

RADAR SIGNAL PROCESSING DEVICE

Patent Number: JP5027018
Publication date: 1993-02-05
Inventor(s): TAJIMA MASAMI
Applicant(s): FUJITSU LTD
Requested Patent: JP5027018
Application Number: JP19910203849 19910718
Priority Number(s):
IPC Classification: G01S13/04; G01S13/524; G01S13/53
EC Classification:
Equivalents: JP2929561B2

Abstract

PURPOSE:To automatically discriminate and recognize the kind or the like of a moving target in a radar system of a radar signal processing device.
CONSTITUTION:A radar signal processing device is provided with a frequency analyzing means 81 to obtain the frequency spectrum of the phase detection signal where phase detection of the radar received signal is made, a collating means 82 to collate the pattern of the frequency spectrum obtained by the frequency analyzing means 81 with the model pattern of various known frequency spectra of the moving target, and a recognizing means 83 to recognize the kind of the moving target on the basis of the collated result by the collating means 82.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(1)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-27018

(43)公開日 平成5年(1993)2月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 13/04		8940-5 J		
13/524		8940-5 J		
13/53		8940-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数4(全9頁)

(21)出願番号	特願平3-203849	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日	平成3年(1991)7月18日	(72)発明者	但馬 正実 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小林 隆夫

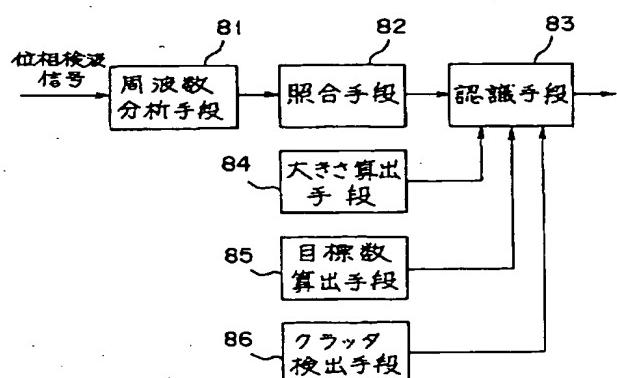
(54)【発明の名称】 レーダ信号処理装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、レーダ信号処理装置に関するものであり、レーダシステムにおいて移動目標の種類等を自動的に識別・認識できるようにすることを目的とする。

【構成】 レーダ受信信号を位相検波した位相検波信号の周波数スペクトルを求める周波数分析手段81と、周波数分析手段81で求めた周波数スペクトルのパターンを既知の種々の移動目標についての周波数スペクトルのモデルパターンと照合する照合手段82と、照合手段82の照合結果に基づいて移動目標の種類を認識する認識手段83とを具備したものである。

本発明に係る原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーダ受信信号を位相検波した位相検波信号の周波数スペクトルを求める周波数分析手段（8 1）と、

該周波数分析手段で求めた周波数スペクトルのパターンを既知の種々の移動目標についての周波数スペクトルのモデルパターンと照合する照合手段（8 2）と、
該照合手段の照合結果に基づいて移動目標の種類を認識する認識手段（8 3）とを具備したレーダ信号処理装置。

【請求項 2】 該移動目標の受信信号の振幅強度に基づいて移動目標の大きさを算出する大きさ算出手段（8 4）を更に備え、

該認識手段は移動目標の種類の認識にあたってこの大きさ情報も考慮するように構成された請求項 1 記載のレーダ信号処理装置。

【請求項 3】 該移動目標の受信信号の振幅強度の変動を監視することで移動目標の数を推定する目標数算出手段（8 5）を更に備え、

該認識手段はこの目標数算出手段の目標数情報に基づいて移動目標の数も認識するようにした請求項 2 記載のレーダ信号処理装置。

【請求項 4】 受信信号中におけるクラッタの出現の有無を検出するクラッタ検出手段（8 6）を更に備え、
該認識手段はこのクラッタ情報に基づいて移動目標に関する認識率を決めるように構成された請求項 1～3 の何れかに記載のレーダ信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、コヒーレント・パルスドップラーレーダ等のM I T（移動目標指示装置）レーダ受信機等からの受信情報に基づいて、検知した移動目標がどんな種類の移動体であるかを自動的に推定・認識するレーダ信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の移動目標指示装置は移動目標の存在を指示するものであり、その移動目標の種類（例えば人、ジープ、トラック、戦車、航空機、ミサイルなどの種別）が何であるかの認識を自動的に行うことはできない。またレーダ装置がみる瞬時視野すなわちアンテナビーム幅の中に目標が幾つも入ってしまうような条件下での目標の認識技術もまだ確立されていない。

【0003】 これらの認識は従来、オペレータの経験的な判断によっている。すなわち、熟練したオペレータは受信したエコー信号の信号音の強度や音色などを聴き分け、長年の経験に基づいて移動目標がどのような種類のものであるか、またその数が幾つ位のものであるかを推定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来は移動

目標の種類や数の認識は熟練したオペレータが長年の経験に基づいて信号音を聴き分けて行っていた。このような認識を自動化しようとした場合、目標認識のための信号処理をリアルタイムで行うことの困難さ、あるいは測定処理時の環境、例えば気象条件（気温、時間、季節、その他）やクラッタ（水面の波、雲、草や木の揺らぎなど）の存在も考慮しなければならないことの困難さなどがあり、自動化は容易ではなかった。

【0005】 しかし、例えば移動目標の種類別に対応策をごく短時間のうちに打つ必要がある防衛用のレーダ装置などでは、その移動目標の種類の高速探知・認識が是非とも必要とされ、何時までも人間の経験ばかりを頼りにしている訳にもいかず、目標の種類の識別・認識の自動化の必要性が高まっている。

【0006】 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、レーダシステムにおいて移動目標の種類等を自動的に識別・認識できるレーダ信号処理装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 図 1 は本発明に係る原理説明図である。本発明に係るレーダ信号処理装置は、一つの形態として、レーダ受信信号を位相検波した位相検波信号の周波数スペクトルを求める周波数分析手段 8 1 と、周波数分析手段 8 1 で求めた周波数スペクトルのパターンを既知の種々の移動目標についての周波数スペクトルのモデルパターンと照合する照合手段 8 2 と、照合手段 8 2 の照合結果に基づいて移動目標の種類を認識する認識手段 8 3 とを具備したものである。

【0008】 また本発明に係るレーダ信号処理装置は、他の形態として、上述のレーダ信号処理装置において、移動目標の受信信号の振幅強度に基づいて移動目標の大きさを算出する大きさ算出手段 8 4 を更に備え、認識手段 8 3 は移動目標の種類の認識にあたってこの大きさ情報も考慮するように構成される。

【0009】 また本発明に係るレーダ信号処理装置は、また他の形態として、上述の各レーダ信号処理装置において、移動目標の受信信号の振幅強度の変動を監視することで移動目標の数を推定する目標数算出手段 8 5 を更に備え、認識手段 8 3 はこの目標数算出手段 8 5 の目標数情報に基づいて移動目標の数も認識するように構成される。

【0010】 また本発明に係るレーダ信号処理装置は、さらに他の形態として、上述の各レーダ信号処理装置において、受信信号中におけるクラッタの出現の有無を検出するクラッタ検出手段 8 6 を更に備え、認識手段 8 3 はこのクラッタ情報に基づいて移動目標に関する認識率を決めるように構成される。

【0011】

【作用】 オペレータが反射波の音を聴き分けて移動目標の種別を推定する場合、①信号の音色から速度を判定し

てその速度に応じた移動目標の種類（例えば人であるとか、自動車であるとか、航空機であるとか）の区別をし、また自動車であればその形状により反射波の音色が異なることに基づいてその車種（例えば乗用車、ジープ、トラック、戦車など）の判断をする、②エコー音の強度によりその移動目標の大きさ（例えば自動車であればジープとか戦車とか）の区別を判断する、といったパターン認識を無意識にしていたものと考えることができる。本発明はこれらの知見に基づくものである。

【0012】つまり、本発明のレーダ信号処理装置は、レーダ受信信号を位相検波した位相検波信号を周波数分析手段81により周波数スペクトルの分析を行って、移動目標等を含む受信信号の周波数スペクトル分布曲線を求める。そして移動目標からの反射波が存在するドップラー周波数位置に基づいてその移動目標の速度を知って、その移動目標がおおかた何であるかを推測し、可能性の高い移動目標の候補について、照合手段82において予め求めておいたそれらの候補としての移動目標の周波数スペクトルのモデルパターンと照合する。この照合結果、例えば各モデルパターンについての相関度の大小などに基づき、認識手段83は移動目標の種類を推定・認識する。

【0013】また移動目標からのエコーの信号強度はそのエコー反射地点でのエコーの強度であるので、その移動目標の大きさに対応する。したがって大きさ算出手段84はこれに基づいて移動目標の大きさを算出する。この大きさによっても移動目標が何であるかを大方判別できる。例えば人、乗用車、戦車、航空機などは大きさが明らかに違うので、これらの移動目標の大きさ情報だけからも移動目標が何であるかを大方推定できる。よって認識手段83は移動目標の認識にあたってこの大きさ情報も考慮し、パターン照合結果と大きさの何れにも妥当な移動目標の種別を判定する。

【0014】さらに移動目標からのエコーの振幅変化を監視することで、その振幅値の確率密度分布を得ることができ、この確率分布中に山が生じたらその山の数を数えることで移動目標の数を大方推定できる。目標数算出手段84はこれにより移動目標の数を大方算出している。その結果は、認識手段83による認識に際し反映される。

【0015】さらにクラッタが生じているような場合には、そのクラッタ量の多い少ないによって認識手段83による認識の認識率（すなわち認識がどの位確かかといふ確率）に影響を与える。よってクラッタ検出手段86でクラッタの状況を監視し、その検出結果に従って認識手段83は認識率を変える。例えばクラッタが多く出現している場合には認識率を低くする。

【0016】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図2には本発明の一実施例としてのレーダ信号処

理装置を組み込んだコヒーレント・パルスドップラーレーダによる移動目標指示装置が示される。図中、1はレーダ送受信部、2は周波数分析部、3は強度処理部、4はクラッタ処理部、5は周波数処理部、6は認識処理部である。

【0017】レーダ送受信部1は送受アンテナ11、パルス発生器12、送信波発振器13、パレス変調器14、サーキュレータ15、増幅器16、位相検波器17等を含み構成される。ここで位相検波器17はアンテナ11、サーキュレータ15、増幅器16を介して受信したエコー信号を、90°の位相差を持つ二つの局部発振信号を基準波としてそれぞれ位相検波して、Iビデオ信号とQビデオ信号を作成し出力する回路である。

【0018】周波数分析部2は自乗和回路21、最適レベル化回路22、高速フーリエ変換（FFT）回路23を含み構成される。自乗和回路21は位相検波器17からのIビデオ信号とQビデオ信号の自乗和を求める回路であり、例えば図3に示されるような構成を持つ。すなわち、Iビデオ信号とQビデオ信号をそれぞれ高速のA/D変換をしてデジタル化し、これらをそれぞれ例えば12ビット幅の二つのメモリMEM1、2に入れ、この二つのメモリMEM1、2の出力を高速のマルチプライヤーMPで掛け算を行って、次にこれら自乗されたIおよびQビデオ信号を加算器ADDで加算して自乗和を取って、時間軸上で一つのビデオ信号とする。

【0019】このように自乗和回路21で自乗和をとってビデオ信号を一つにすることで、目標からの信号反射位置（距離）により位相検波出力が変化したり、時には無くなるようなフェーズブラインドを無くしている。つまり、例えば二つの波 $A\sin(\theta_a)$ と $B\sin(\theta_b)$ とを掛け合わせた位相検波 $A \cdot B\sin(\theta_a - \theta_b)$ は正弦波の項が影響して、ある距離において時には出力しなくなるので、位相検波として二つの波 $A \cdot B\sin(\theta_a - \theta_b)$ と $A \cdot B\cos(\theta_a - \theta_b)$ を作り、それぞれ自乗し和を取って $(A \cdot B)^2 \{ \sin^2(\theta_a - \theta_b) + \cos^2(\theta_a - \theta_b) \} = (A \cdot B)^2$ とすることで、距離により位相、例えば θ_a が変化しても出力ビデオ信号には影響しないようにして、フェーズブラインドを無くしている。

【0020】この自乗和回路21からのビデオ信号は次に最適レベル化回路22に入力されて、ピーク値を用いて正規化することで適正なレベルに調整される。このレベル調整されたビデオ信号は次に高速フーリエ変換回路23に入力される。高速フーリエ変換回路23は、ビデオ信号の周波数軸上でのスペクトル分布（曲線）を分析するために、時間関数のビデオ信号を高速フーリエ変換して周波数関数のパワースペクトルに変換する。このパワースペクトル分布は例えば図5に示されるように横軸がドップラー周波数、縦軸が振幅強度であり、種々の移動目標のそれぞれの速度に応じた周波数位置 f_{01} 、 f

02、 f_{03} 、 $f_{04} \dots$ に、移動目標からの反射信号の振幅強度の極大値が出現するものとなる。

【0021】この高速フーリエ変換回路23の分析結果は強度処理部3、クラック処理部4、周波数処理部5にそれぞれ入力される。

【0022】周波数処理部5は高速フーリエ変換回路23から入力されたエコー信号の周波数スペクトル分布のパターンを、種々の移動目標（人、ジープやトラック等の自動車、戦車、航空機、ミサイルなど）について予め得ておいたそれらが移動している時の典型的な周波数スペクトルのモデルパターンと照合して、それらとの相関を求める回路である。この周波数処理部5は、処理区間設定部51、パターン源52₁～52_n、中心周波数 f_0 合わせ部53₁～53_n、パターン提示部54₁～54_n、相関部55₁～55_n、係数出力部56₁～56_n等を含み構成される。

【0023】処理区間設定部51は、例えば図5に示されるように、移動目標の種別、例えば人、自動車、航空機等に応じてそれぞれのドップラー周波数位置 f_{01} 、 f_{02} 、 f_{03} 、 $f_{04} \dots$ で振幅強度の極大値が生じている場合に、それらの極大値を含むその近傍の範囲E1、E2、E3、E4等をそれぞれ一つの処理区間とするように区間設定する回路である。このように設定した各処理区間で検出される移動目標はある程度その種別を限定することができる。例えばドップラー周波数の低い処理範囲E1で検出される移動目標は人や低速走行している自動車等の低速移動体の可能性が高く航空機等の可能性は低いと判定でき、またドップラー周波数が高い処理範囲E4で検出される移動目標は航空機等の高速移動体である可能性が高く人等である可能性は非常に低いと判断できる。

【0024】パターン源52₁～52_nは設定部51で設定されたそれぞれの処理区間で検出される可能性が高

$$\text{相関係数} = \{\sum (x_i y_i) / N - x_{av} \cdot y_{av}\} / S_x \cdot S_y$$

ここで、 x_i 、 y_i はそれぞれi番目のデータを表し、 x_{av} 、 y_{av} は各データの平均値、Nはデータ数、 S_x 、 S_y は x 、 y データの分散を表す。各相関部55₁～55_nで計算された相関係数は係数出力部56₁～56_nによって認識処理部6に出力される。

【0028】この周波数処理部5では、エコー信号の周波数スペクトルパターンと種々の代表的なモデルパターン（人、トラック、ジープ、戦車、航空機、ミサイルなど）との相関を取る処理をパラレル処理とパイプライン処理によって行い、その処理時間を大幅に短縮して高速処理化を図っている。

【0029】強度処理部3はタイマ31、目標断面積算出部32、 f_0 別強度管理データ33、同一 f_0 目標数算出部34、目標の大きさ推定部35等を含み構成される。タイマ31はレーダ送受信部1のパルス発生器12からのパルスに基づいて移動目標の距離情報を発生し、

い移動目標の周波数スペクトルの典型的なモデルパターンを保持するメモリ回路である。これらのモデルパターンは種々の移動目標についてそれら移動目標が典型的な移動速度で移動している時のものを予め実験等で求めておく。

【0025】 f_0 合わせ部53₁～53_nはパターン源52₁～52_nからのモデルパターンの読み出しに際して読み出しタイミングのシフトや読み出しクロックのクロック速度を変えるなどして、モデルパターンの中心周波数と分布幅をエコー信号の周波数スペクトルの中心周波数と分布幅に合わせるよう動作する。これは同じ移動目標例えれば自動車であっても種々の速度で走行している可能性があるが、自動車の各速度について全てモデルパターンを用意することは経済的でないので、自動車について典型的な速度でのモデルパターンを一つ用意してその中心周波数と分布幅を変えることで各速度の照合用モデルパターンを実現し、それにより予め用意するモデルパターンの量の削減を図るものである。

【0026】パターン提示部54₁～54_nは f_0 合わせ部53₁～53_nで中心周波数と分布幅を変えた照合用モデルパターンを相関部55₁～55_nにそれぞれ提示するための回路である。

【0027】相関部55₁～55_nはそれぞれパターン提示部54₁～54_nで提示された照合用モデルパターンと、エコー信号の周波数スペクトル分布パターンとの相関をとて相関係数を演算する回路であり、例えば図4に示されるような構成を持つ。すなわち、可変クロック発生源CLK1、エコー信号の周波数スペクトル分布パターンが入力されるメモリMEM1、照合用モデルパターンが入力されるパターンメモリPAT1、これら両パターンの相関を求める相関器COR1等を含み構成される。この相関係数は例えば次のようにして求まる。

これを目標断面積算出部32に与える。

【0030】目標断面積算出部32はこの距離情報と自乗和回路21からのビデオ信号と強度管理データ33からのデータに基づき、移動目標からのエコー信号の反射強度の絶対値からその移動目標の大きさ（反射断面積）を割り出す。つまり、レーダ方程式：

$$\text{受信強度 } P_r = P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma / (4\pi)^3 R^4$$

（但し、 P_t は送信電力、 G はアンテナゲイン、 λ は送信波長、 σ は目標の反射断面積、 R は距離である）によれば、距離Rが決まれば受信強度 P_r を測定することで、反射断面積 σ を算出することができる。但しこれは移動目標からの信号がクラッタよりも大きく検出されているということが条件となる。

【0031】目標数算出部34はアンテナビーム幅の中に入っている移動目標の数を、それぞれ中心周波数 f_{01} 、 f_{02} 、 $f_{03} \dots$ の移動目標別に推定する回路で

ある。この動作は後に詳しく述べる。大きさ推定部35は目標断面積算出部32からの目標断面積情報および目標数算出部34からの目標数情報から、その移動目標の大きさを求めそれからその移動目標の種別を推定する回路である。例えば、目標断面積の小さい順にその移動目標を人「ジープ」「トラック」「戦車」「飛行機」と推定できる。この大きさ推定部35で推定された種別情報と目標数算出部34で算出された目標数情報は認識処理部6に与えられる。

【0032】クラッタ処理部4はクラッタ計測部41、選択部42、クラッタ部43、クラッタ相関部44、状態判定部45等を含み構成され、クラッタの有無を判定してそのクラッタ有無情報を認識処理部6に与える。

【0033】認識処理部6は強度処理部3からの移動目標の種別と数の情報、クラック処理部4からのクラッタ有無情報、周波数処理部5からの移動目標の反射信号のパターンと照合用モデルパターンとの相関情報に基づき、移動目標の種類等を総合判断する回路であり、目標別トータル認識処理部61、最終的目標台数・認識率決定部62、目標別認識表示データ出力部63等を含み構成される。

【0034】この実施例装置の動作が以下に説明される。

(1) レーダ送受信部1からパルス送信波を移動目標にめがけて放射する。このパルス送信波は移動目標で反射され、その一部は反射波(エコー)としてレーダ装置に戻ってくる。

【0035】(2) 移動目標からの反射波をアンテナ1で受信し、增幅器16で増幅後、位相検波器17で90°位相差を持つ局部発振信号で位相検波してIビデオ信号とQビデオ信号を作る。

【0036】(3) 自乗和回路21によりこのIビデオ信号とQビデオ信号の自乗和を求め、その自乗和のビデオ信号を最適レベル化回路22で適正なレベルに最適化し、さらにこの最適レベル化したビデオ信号を高速フーリエ変換回路23で高速フーリエ変換して受信波の周波数スペクトル分布曲線を求める。この周波数スペクトル分布曲線は例えば図5に示されるようなものになる。この図5は横軸にドップラー周波数、縦軸に受信強度をとっている。

【0037】(4) 高速フーリエ変換して得られたスペクトル分布曲線は、目標の認識を高速で並列処理するために、周波数処理部5の並列接続した相関部55₁～55_nのメモリに入れる。また周波数処理部5では、処理区間設定部51において周波数スペクトル分布から移動目標の信号の検出を行い、処理範囲を決める。これは周波数スペクトルのエンベロープを微分して信号の有る極大点と無い極小点を求めて、一つの極大点の両側の極小点間を一つの処理範囲とする。例えば図5の場合、移動目標からの反射信号が存在する極大点f₀₁の両側の極小

点間を処理範囲E1とし、同様にして処理範囲E2、E3、E4…を設定する。ここで処理範囲E3のように極大が狭い範囲に多数連続的に存在している場合にはそれを一つの移動目標からの反射信号とみなす。これは移動目標が雲などである時に生じる現象である。

【0038】(5) この周波数スペクトル分布の極大周波数(信号中心)から見て、その移動目標の種別として妥当と考えられる既知のモデルパターンのパターン源を幾つか選択する。この極大周波数は移動目標の速度である。よってその速度から移動目標がどのような移動体であるかはおおよそ見当がつくので、使用するモデルパターンの範囲はある程度限定できる。

【0039】(6) 選択したモデルパターンと移動目標の反射信号パターンとの相関をとるため、モデルパターンの中心付近の周波数分布(分布中心や分布幅など)を移動目標からの受信信号パターンのそれと一致するようにf₀合わせ部53₁～53_nで中心合わせ(読み出しタイミングを変えることで行う)や幅合わせ(読み出しクロックのクロック速度を変えることで行う)の調整を行う。これにより各処理範囲において、パターン源のモデルパターンに基づき、現に受信した移動目標からの受信信号パターンを照合するに適した照合用モデルパターンを作り出すことができ、これをパターン提示部54₁～54_nを通じて相関部55₁～55_nに出力する。

【0040】(7) 相関部55₁～55_nにおいてパターン提示部54₁～54_nからの照合用モデルパターンと移動目標からの反射信号パターンとの相関を求め、相関係数または相関係数の自乗値を計算し、それを認識処理部6に与える。

【0041】(8) 認識処理部6では目標別トータル認識処理部61において、この相関情報に基づき照合用モデルパターンを相関度(一致度)の高い順に並べる。そして一致度の大きいものから順にそのモデルパターンに対応した移動体の種別を表示する。例えば、ある処理範囲においてはそこに現れる移動目標が車両であるらしいと判断される時に、その車両のうちでも更にその種類をジープ、トラック、バス、戦車などと確度の高い順に表示する。

【0042】(9) 目標数算出部34においては、各中心周波数f₀付近(f₀±Δf)の振幅変動のふらつきをある時間にわたり監視し、振幅値の確率密度分布を測定する。この確率分布を見て、それに山ができたらその山の数を数えて、移動目標の台数とする。これはレーダのアンテナビーム幅内にある移動目標が動いたり停止したり、あるいは一の移動目標が他の同種の移動目標の後ろに隠れるなどした時に、その移動目標の断面積相当の幅で不連続な振幅値変化を生じるので、これを確率密度分布としてとらえることでその台数をおおよそ推定するものである。

【0043】(10) 強度処理部3においては、目標断

面積算出部 3 2 により高速フーリエ変換する前のビデオ信号の強度および強度変化を見て目標の反射断面積を推定し、目標の大きさの判断を与える。これは前述したように信号の反射強度の絶対値からレーダ方程式に従って移動目標の断面積を割り出す。移動目標の断面積が決まればそれから移動目標の大さき、従って大方の種別を決めることができる。例えば人《ジープ》《トラック》《戦車》《飛行機》と推定することで、移動目標の反射断面積から移動目標の妥当な種別が決まる。

【0044】(11) 認識処理部 6 では、これらの種別・数情報と周波数処理部 5 からのモデルパターンとの相關情報に基づいて、これらの情報のいずれにも妥当な移動目標の種類を判定する。

【0045】(12) 更にクラッタ処理部 4 では受信したエコー中のクラッタが発生しているか否かを判定する。クラッタの判定は従来技術であるので、ここでは詳細には述べない。移動目標の認識にあたっては妨害成分となるクラッタは気象等の環境条件（温度、湿度、風向き、風速、雨、雪、霧、砂嵐など）によりそのスペクトル分布が変わるので、移動目標の種類を判定する際にはこれらの影響も考慮する必要がある。

【0046】(a) クラッタは通常、ランダム性が高い。よって、移動目標からの信号が積算処理すると加算されて大きくなるのに対し、クラッタは加算回数に対して成長が小さい。よって、加算を繰り返すことによって受信信号中から移動目標の信号成分を抽出することができる。

【0047】(b) クラッタは周波数軸上で、キャリアを中心として $1/F$ 雑音のように分布する。よって受信信号からは低域除去フィルタを用いることでクラッタを除去することができる。

【0048】(c) クラッタは風により振幅強度や周波数拡がりを強めるので、以上の(a)と(b)の処理を強めるよう処理して対処する。

【0049】以上のように、クラッタの増加は、移動目標からの信号の検出および信号と見なす判断を誤らせるので、認識においても気候の条件等で、判定基準や特定をゆるやかにする。

【0050】(13) 認識処理部 6 では、外来雑音やクラッタの量が増加していることをクラッタ処理部 4 から通知されると、移動目標の種別を特定に際しその認識率（つまり推定が当たっている確率）を低くして表示し、オペレータに音や表示で知らせる。また移動目標の諸元（大きさ、移動相対速度等）も知らせる。また自動的に他の応動機器に接続させて、適切な対処をしたり情報を迅速に与える。

【0051】この実施例装置では、周波数スペクトルを求めるために高速フーリエ変換を行うことで処理速度を高速化を図り、パラレル処理やパイプライン処理と共に信号処理のリアルタイム化を図っている。また処理範囲を設定することで、モデルパターンとの照合を効率よく

行えるようにしている。

【0052】以上のようにすることで、例えばレーダの信号を自動的に目標認識させることにより、目標が何であるかその種別を高速に識別し認識することができる。これにより、本発明を衝突防止装置に適用した場合には適切な対応処置により衝突回避ができ、また警戒監視、迎撃等のシステムに適用した場合には目前の移動目標からの脅威を回避または撃墜等することができる。

【0053】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、レーダシステムにおいて移動目標の種類等を自動的に識別・認識することができる。かかる装置は LSI 化することで非常にコンパクト（例えば小さなユニットまたはモジュールとする）、小型、軽量に作ることができ、従来のレーダ装置に簡単に接続して、移動する目標の認識を高速で行うことができるものであり、その他種々の接続応用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る原理説明図である。

【図2】本発明の一実施例としてのレーダ信号処理装置を組み込んだ MTI レーダ装置を示すブロック図である。

【図3】実施例装置における自乗和回路の構成例を示すブロック図である。

【図4】実施例装置における相関部の構成例を示すブロック図である。

【図5】レーダ受信信号の周波数スペクトル分布曲線の例を示す図である。

【符号の説明】

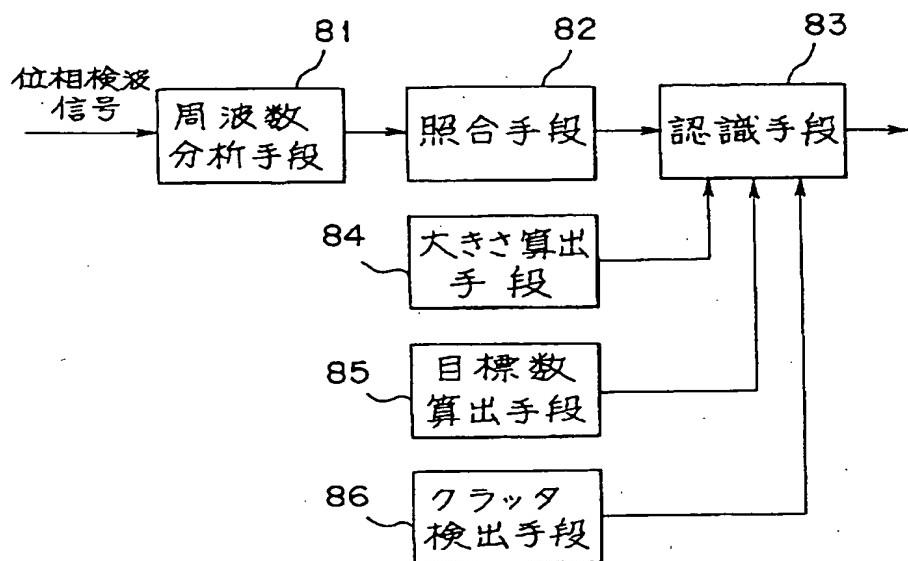
- 1 レーダ送受信部
- 2 周波数分析部
- 3 強度処理部
- 4 クラッタ処理部
- 5 周波数処理部
- 6 認識処理部
- 11 レーダアンテナ
- 17 位相検波器
- 21 自乗和回路
- 22 最適レベル化回路
- 23 高速フーリエ変換回路
- 32 目標断面積算出部
- 33 中心周波数別強度管理データ
- 34 同一中心周波数目標算出部
- 35 目標の大きさ別推定部
- 51 処理区間設定部
- 521～52n パターン源
- 531～53n 中心周波数合わせ部 531～53n
- 541～54n パターン提示部
- 551～55n 相関部
- 561～56n 係数出力部

- 6.1 目標別トータル認識処理部
6.2 最終的目標台数・認識率決定部

- 6.3 目標別認識表示データ出力部

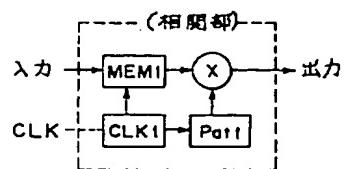
【図 1】

本発明に係る原理説明図



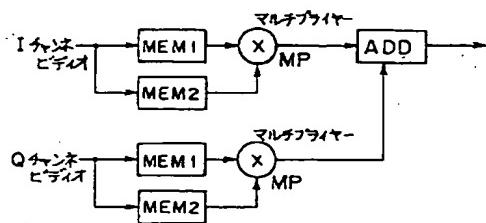
【図 4】

相關部の構成例

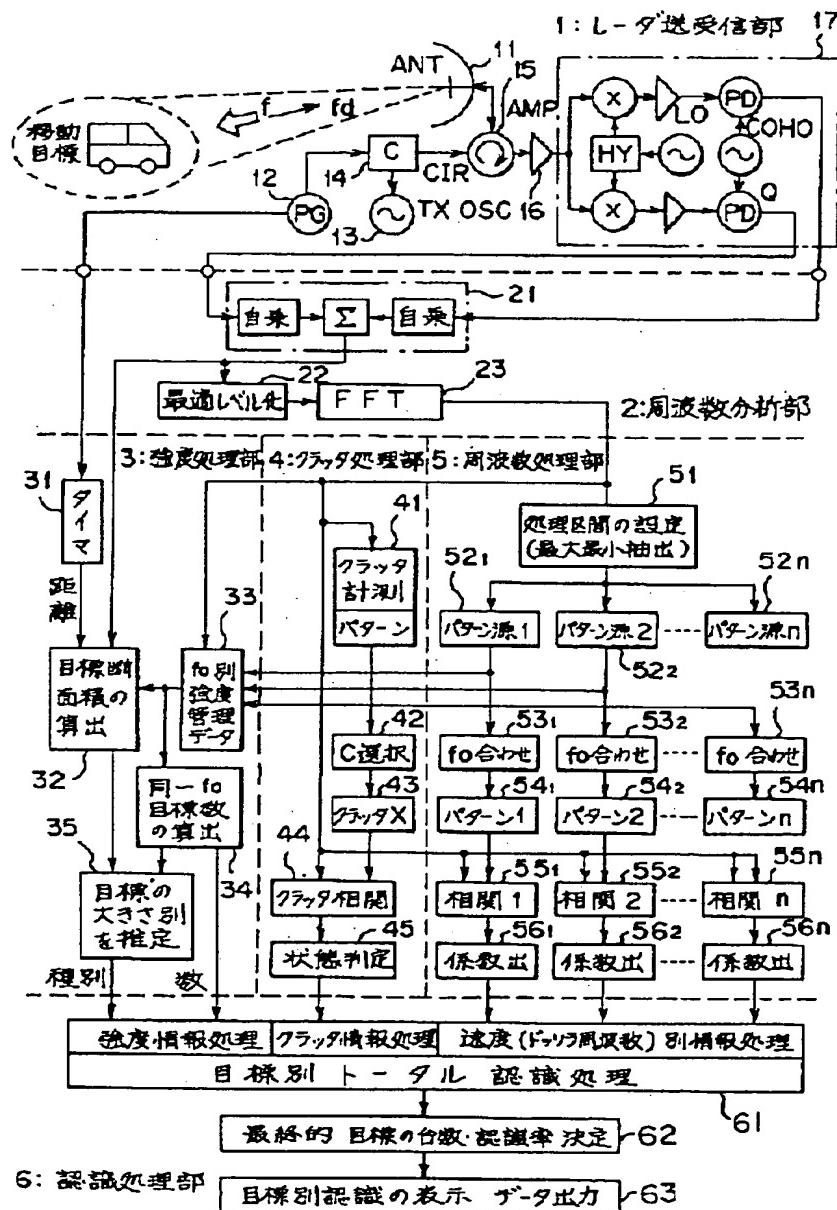


【図 3】

自乗和回路の構成例

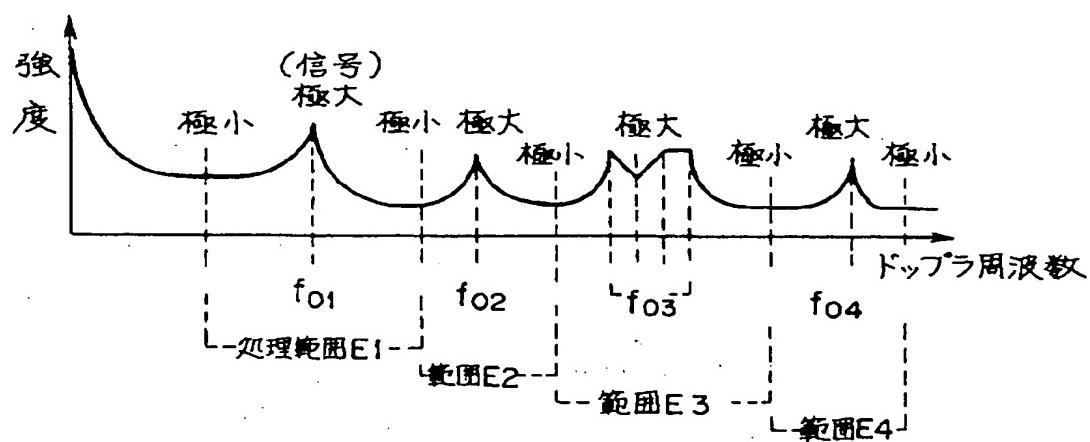


[図2]



【図5】

周波数スペクトル分布曲線の例



THIS PAGE BLANK (USPTO)